

PROBLEMÁTICA SOCIO-ECONÓMICA QUE GENERA LOS RESIDUOS PORCICOLAS Y ALTERNATIVAS INTEGRALES DE SOLUCIÓN

*Nancy Hochstrasser Castillo, MC.**

RESUMEN

El objetivo del presente estudio por una parte es describir el panorama de la porcicultura a nivel mundial y nacional, para poder determinar las principales problemáticas que presenta esta actividad en México. Identificando que la crisis en la porcicultura ha provocado una fuerte concentración de la producción en regiones donde la concentración de unidades pequeñas es muy alta, como resultado, grandes cantidades de excretas son producidas en áreas pequeñas de terreno y su distribución y descarga han acarreado problemas de contaminación ambiental que generan; problemas de salud pública por las condiciones antihigiénicas de manejo y por la presencia de cerdos no confinados.

Por otra parte se han identificado cinco tecnologías alternativas para tratamiento de residuos porcícolas como; el composteo, vermicomposteo, ensilado de cerdaza, biodigestores y sistema lagunar, los cuales se justifican desde el punto de vista económico, ambiental y social de acuerdo a los resultados de estudios realizados en la zona centro occidente del país.

Los beneficios más importantes de estas tecnologías a nivel socio-económico representan la reutilización de subproductos que eran considerados de desecho para agregarles un valor (tangibles e intangibles), diversificar la productividad (ingresos-ahorro), generar tecnologías sostenibles que pueden ser incubadoras de empresas locales para la región en convivencia armónica entre productores y sus vecinos. Teniendo como eje central la reducción de la contaminación e incrementar la conciencia ambiental.

PALABRAS CLAVES: excretas porcícolas, contaminación, tratamiento

KEY WORDS: pig dung, pollution, treatment

PALAVRAS CHAVES: estrume, poluição, tratamento

*M.C Nancy Hochstrasser Castillo. Investigador del programa de socioeconómica. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuaria. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Kilómetro 8, Carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, Jalisco. C.P. 47600. México. Tel: (378)7820355 ext.139, correo oficial: hochstrasser.nancy@inifap.gob.mx, correo alterno: nycher@hotmail.com
INIFAP, 2011

Introducción

Actualmente con la estructuración de cuencas de producción, la ganadería en general tiende a centralizarse en áreas menores, este procedimiento, aunque productivamente es más eficiente, de un menor costo, con un control y prevención más adecuada de enfermedades, provoca la acumulación de grandes cantidades de excretas (heces y orina) y aguas residuales (García R., 2006)

La producción mundial de cerdos representa un 36.9% del total de la carne que actualmente se produce, ya que figura como el producto cárnico de mayor consumo, con un inventario de aproximadamente 941.776 millones de cabezas de cerdos y en 8to lugar México con 15.53 millones de cabezas (FAO,2011). Esto trae consigo una acumulación significativa de desechos, los cuales impactan severamente el recurso agua, suelo y aire, representando un alto costo para la sociedad y para el productor.

Razón por la que en México diversos gobiernos estatales y municipales donde se producen cerdos, como Jalisco, Michoacán, Guanajuato, en conjunto con los centros de investigación, las organizaciones de apoyo a transferencia de tecnología y los propios productores han apoyado el desarrollo e incorporación de diversas tecnologías de manejo de residuales, como; el composteo, vermicomposteo, ensilado de cerdaza, biodigestores y sistema lagunar.

Problemática

Los efectos directos de los desechos repercuten sobre los recursos agua, suelo y aire, factores de perturbación como olores y plagas de insectos, además de efectos indirectos sociales, políticos e incluso estéticos, convirtiéndose en un problema socio-ambiental para animales y humanos dado el potencial contaminante.

Estos problemas están estrechamente ligados al modelo de crecimiento seguido de estas actividades, en el que destacan los siguientes aspectos: desarrollo de una actividad especializada sin vinculación con la agricultura, concentración de las actividades en número cada vez menor de grandes unidades, presencia en zonas urbanas y periurbanas, impacto severo en la calidad del recurso agua, resistencia de los ganaderos a enfrentar el problema por considerar que su solución representa sólo un costo y no un beneficio, conocimiento superficial y desconfianza de las tecnologías existentes, desconocimiento de los costos reales de los

diversos sistemas de tratamiento, escaso conocimiento de la legislación ambiental, fiscal y de las normas vigentes. (Pérez, R., 2001)

Hipótesis

Las actividades pecuarias requieren de una atención integral en el manejo de sus residuales y de la incorporación de tecnologías que mitiguen el daño ambiental y social que provocan por su naturaleza.

I. Panorama de la porcicultura

i. Panorama internacional de la carne de porcino

De acuerdo con la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), para el 2009 la carne de porcino representa un 36.9% del total de la carne que actualmente se produce en el mundo, ya que figura como el producto cárnico de mayor consumo, con un inventario de aproximadamente 941.776 miles de cabezas.

El conglomerado por continente en 2009 de cabezas de ganado porcino, el mayor participante fue Asia con un inventario de 561.228 miles de cabezas, seguido de Europa con 187.748 miles de cabezas, Américas 160.106 miles de cabezas, África 27.491 miles de cabezas y por ultimo Oceanía con 5.201 miles de cabezas (FAO, 2009).

Figura 1. Serie histórica del inventario de ganado porcino vivo a nivel mundial, 2000-2009

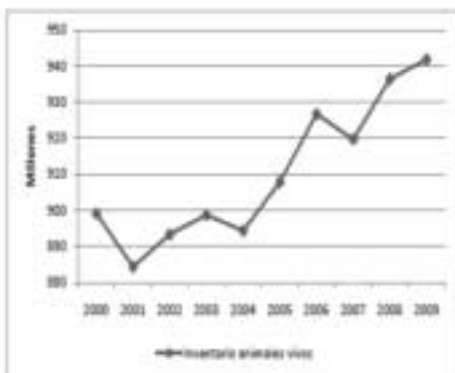
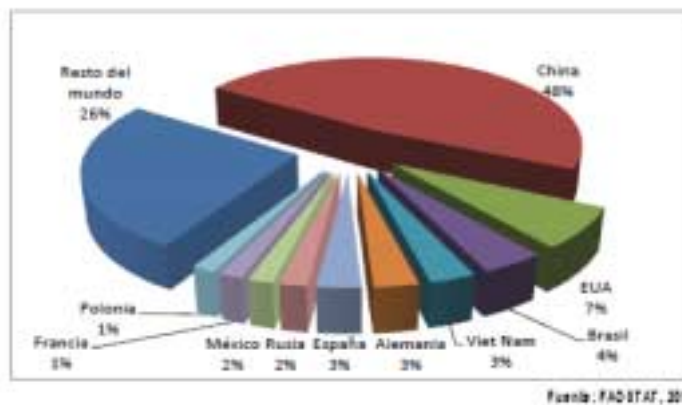


Figura 2. Principales países productores de cerdo (animales vivos), 2009

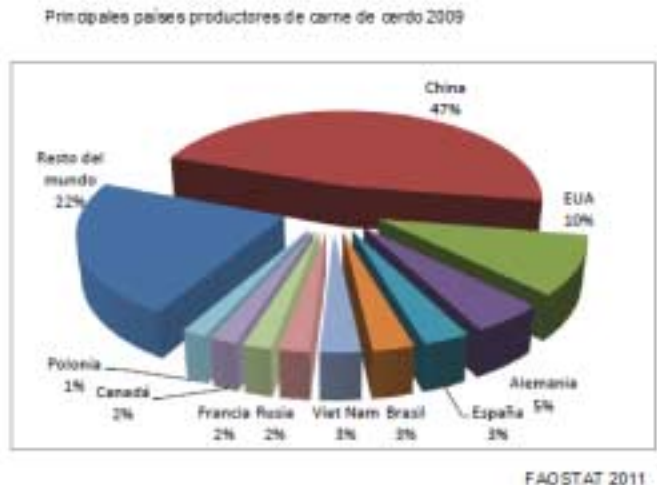
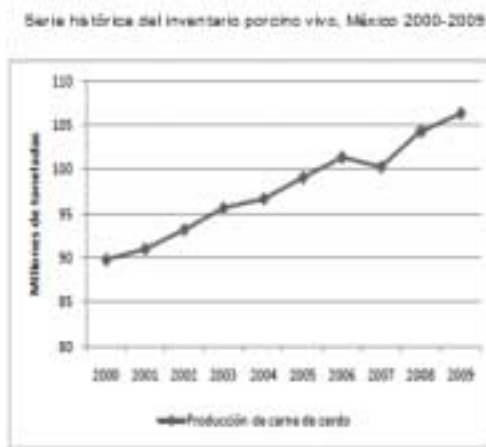


Los 10 principales países productores de ganado porcino a escala mundial son China, Estados Unidos, Brasil, Vietnam, Alemania, España, Rusia, México, Francia y Polonia. Solo China aporta

el 47.9% y los demás países participaron con menos del 10% del total mundial. México ocupa el octavo lugar mundial (1.6%) en el inventario de animales vivos con 15.200 miles de cabezas.

En la Producción de carne de cerdo, la FAO (2011) registra 184 países productores con datos del 2009: teniendo una producción mundial de 106'326,297 toneladas. La producción por continente es: Asia, 59'997,700 toneladas, Europa 26'002,390 toneladas, América 18'696,741 toneladas, África 1'168,138 y Oceanía 461'335 toneladas.

En el periodo comprendido 2000-2009, la tendencia que presenta la producción de carne de porcino es a la alza, pasando de las 89'787,320 ton en el 2000 a 106'326,297 ton en el 2009 (crecimiento del 18.4%), con una TCMA de 1.7%.

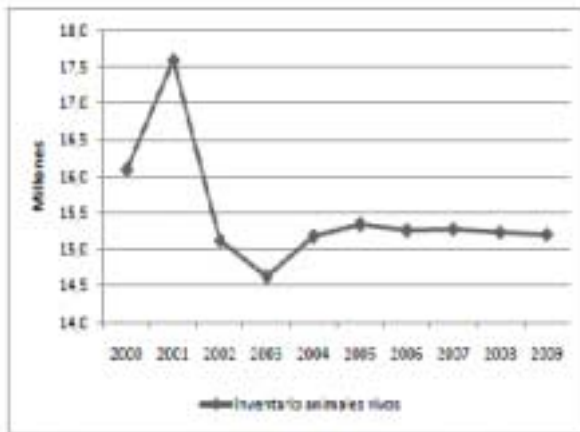


Los diez países productores de carne de cerdo para el 2009 fueron: China, Estados Unidos, Alemania, España, Brasil, Vietnam, Rusia, Francia, Canadá y Polonia que representan el 77.65% de la producción mundial de la carne de cerdo (FAO, 2001)

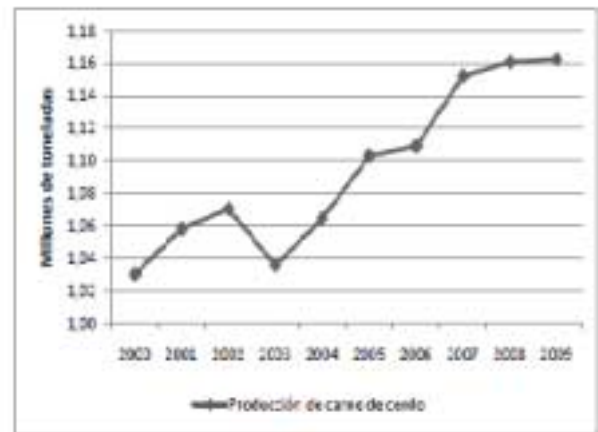
i. Panorama nacional de la carne de porcino

A nivel nacional, la porcicultura actualmente ocupa el tercer lugar en importancia como sistema productor de carne después de la cría de bovinos y aves (SIAP, 2009). México es uno de los grandes productores de animales vivos en el continente Americano –tercer país más importante, superado por Estados Unidos y Brasil. Sin embargo, a lo largo del tiempo (periodo 2000-2009), la producción ha disminuido pasando de las 16.087 miles de cabezas en el 2000 a 15,200 miles de cabezas en el 2009 (FAO, 2009). La producción de carne ha crecido en el periodo 2000-2009, pasando de 1'029,960 ton a las 1'162, 400 ton (FAO, 2011).

Serie histórica del inventario porcino vivo, México 2000-2009



Serie histórica de la producción de carne de cerdo, México 2000-2009



Fuente: FAOSTAT

México ocupa el lugar número 15 en la producción de carne mundial de cerdo con 1.49 millones de toneladas de cerdo en pie y 1.16 millones de toneladas de carne en canal (FAO, 2009). De su producción se estima que un 10.8% es de traspatio, un 32.3% semi-tecnificadas mientras el 56.9% es tecnificada. Esta actividad generó en 2008, 350 mil empleos directos y 1.7 millones de empleos indirectos.

No obstante el precio real del ganado porcino en pie a nivel nacional ha pasado de los \$13.3 pesos/kg en 1999 a los \$11.28 pesos/kg en el 2009 y el precio para la carne en canal de \$21.42 pesos/kg en 1999 a \$18.77 pesos/kg en el 2009, (SIAP-SAGARPA, 2009). Mostrando una desventaja para los poricultores.

La producción de cerdos se lleva a cabo en todos los estados del país, el 68.7 % de la producción nacional es generada en 6 entidades del país: Jalisco, Sonora, Guanajuato, Puebla, Yucatán y Michoacán, (SAGARPA 2008). Sin embargo la mayor concentración de granjas porcinas comerciales se da en la zona centro occidente del país). Donde el 60% de la producción son grandes productores y el 30 % de la producción es por pequeños y medianos poricultores que son demasiados y están dispersos que al paso del tiempo son difíciles de cuantificar(SAGARPA 2006).



II. Problemática en la porcicultura en México

i. Problemática Económica

Debido a la volatilidad de los mercados, la baja en las remesas y la crisis alimentaria provocados por la crisis económica de 2008, en la actualidad, el subsector porcícola en México, se ha visto afectado por el reducido nivel de financiamiento y elevadas tasas de interés, lo cual genera bajos niveles de capitalización que se reflejan en infraestructura y equipos obsoletos así como pequeñas escalas de producción derivando en bajos niveles de productividad (Zavala, M., 2010)

Los costos de producción que enfrentan las granjas porcinas tienen fluctuaciones en el precio de venta, tropiezos de carácter cíclico (insuficiencia en el abasto de granos y alimentos balanceados), dependencia de genética y granos importados, presencia de enfermedades contagiosas, falta de tecnología validada y/o adaptada, incipiente organización e integración de la producción primaria y la industria, bajos niveles de rentabilidad y competitividad de la mayoría de granjas, lo que resulta perjudicial sobre todo para los productores que tienen granjas de escala pequeña y bajo nivel tecnológico (Pérez, R., 2001)

Asociado a lo anterior, en México, la porcicultura se ubica como la principal actividad ganadera demandante de granos forrajeros, y ocupa el tercer lugar en la demanda de pastas de oleaginosas, los cuales representan el 25.8 y el 21.9 %, respectivamente de la demanda pecuaria del año 2000. Aproximadamente un 50% de estos granos forrajeros y la mayor parte de las pastas de oleaginosas se deben importar (Zavala, M., 2010).

Por otro lado, el efecto de los precios elevados de granos, a causa del alza indiscriminada en el precio de los cultivos agroindustriales y granos en general, inciden directamente en los costos de producción de los productores porcícolos, al registrar, en 2008, incrementos de hasta 50% en los precios del alimento para ganado y del 100% en el precio de grano con respecto a 2007 (Sagarneaga, M. 1999).

Aunado a lo anterior, se puede mencionar como un freno al desarrollo de la porcicultura la gran dependencia de genética y granos importados. La falta de tecnología validada y/o adaptada a las condiciones. En conjunto, dicha problemática se reflejan en bajos niveles de rentabilidad y competitividad de la mayoría de granjas.

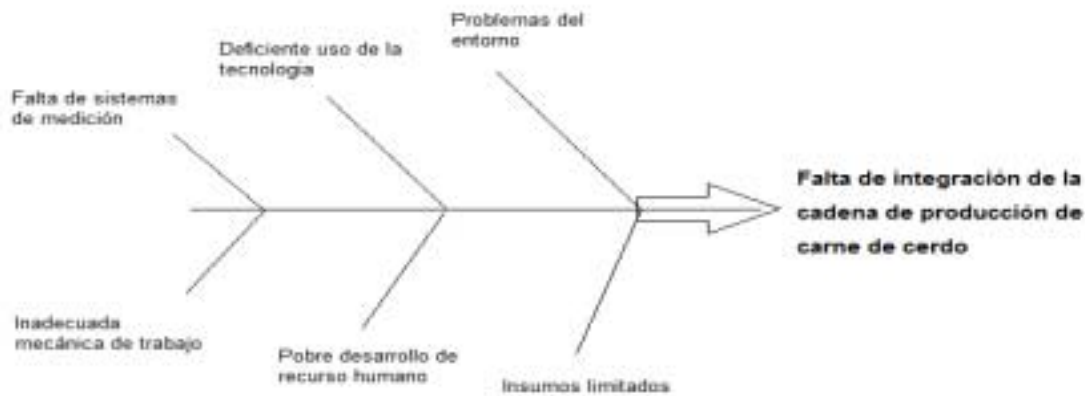
i. Problemática Social

Trujano *et ál.* 1993, menciona que si bien han sido muchos los esfuerzos para lograr un desarrollo de la porcicultura nacional estableciendo programas oficiales de capacitación, asistencia técnica y crediticia, acompañados de programas de comercialización dirigida a la integración vertical de organizaciones agrícolas con porcicultores y la tecnificación de las empresas, aún se han presentado serios tropiezos de carácter cíclico que en cierto grado han disminuido o retrasado el avance de la industria porcícola (Pérez R., 2000).

Las principales causas según el Colegio de Asesoría en Porcicultura (CAP) son principalmente:

1. Falta de integración de la cadena de producción de carne de cerdo

Existen carencias en el sistema de medición y en la información, así como una limitación en los insumos y deficiencia en el uso de tecnología, falta de aprovechamiento de las materias primas, carencia de preparación para entrar en un mundo global en cuanto a normativas, leyes y reglamentos. No se cuenta con una adecuada mecánica de trabajo, ni con apropiados recursos humanos (nivel técnico deficiente y carencia de resultados óptimos) y no existe transferencia de tecnología y hay una retención del talento. Sumando además que los medios de comunicación se disemina gran cantidad de mala información sobre la carne de cerdo.



Fuente: Colegio de Asesoría en Porcicultura (CAP), 2000

2. Baja productividad

Existe incapacidad personal, falta de ética y servicios de mala calidad, se necesita mejorar el control ambiental en las granjas y dar mejor mantenimiento a los equipos, Además de mejorar la integración de los productores y la integración de éstos al mercado

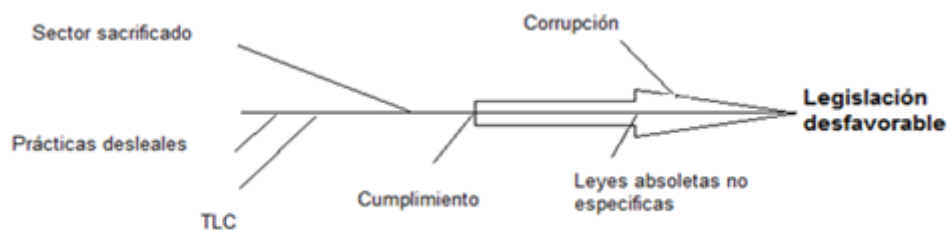
Se detectan problemas de fondo generales, como falta de educación, problemas culturales, organizacionales y de ética, así como desmotivación.



Fuente: Colegio de Asesoría en Porcicultura (CAP), 2000

3. Legislación desfavorable.

La modernización ha sacrificado al sector de la porcicultura, sin embargo, cuando se mejoren otros problemas, lo anterior y las llamadas prácticas desleales se convertirán en un problema menor. La médula espinal de este problema es la corrupción, no hace falta tanto el legislar, como cumplir con las leyes y superar las que sean obsoletas y no específicas. La rentabilidad del negocio depende también de la tecnología y de los resultados de la investigación. Es necesaria la existencia de una mayor investigación, cuyos resultados se entreguen como “paquetes tecnológicos”



Fuente: Colegio de Asesoría en Porcicultura (CAP), 2000

4. Problemas sanitarios

Las enfermedades en las granjas no se detienen, porque no existen modelos de procedimientos en casos específicos, por ejemplo, procedimientos sanitarios para granjas de diferentes tamaños. Los servicios sanitarios son erróneos y falta especificar quién es el responsable de la sanidad de las granjas. Existe abuso de antibióticos, que condiciona resistencias de los gérmenes causales de enfermedades. Para resolverlo, se necesita conocer con precisión la ubicación de las granjas y ampliar las pruebas diagnósticas a más enfermedades. El mundo entró a la economía del conocimiento y no participa de él, pues no invierte en investigación.



Fuente: Colegio de Asesoría en Porcicultura (CAP), 2000

5. Falta de educación

En cuanto al consumidor, existe una mala influencia de los medios, que desinforman al público sobre la carne de cerdo, evitando hablar de sus beneficios. Para el productor se percibe una falta de cultura empresarial lo que inhibe su desarrollo como negocio y por otra parte los intermediarios tienen escasos incentivos para participar en esta actividad.



Fuente: Colegio de Asesoría en Porcicultura (CAP), 2000

i. Problemática Ambiental

La crisis en la porcicultura ha provocado una fuerte concentración de la producción pero en regiones donde la concentración de unidades pequeñas es muy alta, como resultado de esto, grandes cantidades de excretas son producidas en áreas pequeñas de terreno y su distribución y descarga han acarreado problemas de contaminación ambiental que generan por una parte problemas de salud pública por sus condiciones antihigiénicas de manejo y por la presencia de cerdos no confinados. Por otra parte, la aplicación de grandes cantidades de excretas a tierras de cultivo potencialmente puede conducir a concentraciones excesivas de minerales en las aguas, y su acumulación en los suelos.

La contaminación generada por una granja porcina afecta al microambiente (la granja misma) y al ambiente en general. En lo que respecta al microambiente, se ha visto que la exposición a los gases producidos (amoníaco, sulfuro de hidrógeno, metano y bióxido de carbono) representa riesgos directos a la salud de los trabajadores, de los cerdos de la explotación y la producción

de bióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) contribuye al efecto invernadero mundial, aunque en mucho menor escala que el CO₂ y CH₄ producidos por los rumiantes (Kirchgessner et al., 1990).

Por consecuencia un importante pasivo de la porcicultura nacional es el aspecto ambiental; el cumplimiento de las normas establecidas en el manejo de desechos sólidos y aguas residuales se está convirtiendo en un factor relevante en el desarrollo de la actividad porcícola. A decir de Önal *et al.* (2000) las nuevas regulaciones ambientales y de inocuidad aplicadas al sector de carne de porcino podrían afectar la rentabilidad de las granjas tanto en la producción como en el procesamiento de la misma.

Existe una legislación federal compleja, a cargo de la Comisión Nacional del Agua, relativa a los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales a la descarga de efluentes (Norma 001-ECOL-1996), donde son incluidos los procedentes de las explotaciones pecuarias, que comprende volúmenes y concentraciones de varios parámetros (demanda biológica de oxígeno, sólidos suspendidos totales, coliformes fecales, etc.), pero hasta ahora no se ha aplicado en forma efectiva en el sector pecuario.

Esta norma es bastante general y no está adecuada a los efluentes de las granjas ganaderas, de manera que ni siquiera es fácil cumplir con la norma cuando se aplican efluentes tratados en la agricultura. Esta falta de adecuada regulación ambiental ha ocasionado una seria contaminación de los cuerpos de agua y del aire, especialmente en aquellas zonas donde la concentración de cerdos es muy alta como es el caso de los límites de los estados de Guanajuato, Michoacán y Jalisco.

La determinación del impacto sanitario de los desechos porcinos trae como consecuencia efectos directos de los desechos sobre los recursos agua, suelo y aire, factores de perturbación como olores y plagas de insectos, y aumento de las tasas de mortalidad en granjas. Además de efectos indirectos sociales, políticos e incluso estéticos, convirtiéndose en un problema socio-ambiental para animales y humanos dado el potencial contaminante.

Sin embargo, el principal problema ocasionado por las excretas es la contaminación química debida a la excreción de grandes cantidades de nitrógeno (en forma de nitratos), fósforo y potasio (Vanderholm, 1979; Peet-Scwering et al., 1999), estos últimos autores, estimaron que

bajo condiciones comerciales de producción en Holanda el fósforo consumido es excretado en proporciones variables, ya que una cerda excreta alrededor del 75%, los lechones destetados el 38% y los cerdos de abasto el 63%, la vía de excreción del fósforo es principalmente fecal; en lo referente al nitrógeno la proporción excretada para las mismas categorías de animales fue de 76, 46 y 67% respectivamente y este es excretado principalmente vía urinaria.

Por todo lo anterior, las actividades pecuarias y en especial, la porcicultura, requieren de una atención integral en el manejo de sus residuales y de la incorporación de tecnologías que mitiguen el daño ambiental y social que provocan por su naturaleza.

III. Esquemas de manejo de excretas

Los cerdos no utilizan el 100 % de los nutrimentos consumidos. De la cantidad total de nutrimentos consumidos, la proporción que es excretada es de 45 a 60 % del nitrógeno, de 50 a 80 % del calcio y fósforo, y de 70 a 95 % del potasio, sodio, magnesio, cobre, zinc, manganeso y hierro (FAO, 2005). Sin embargo, la cantidad de nutrimentos excretados por los animales se ve afectada por diferentes factores como, la calidad, fuente y concentración de los nutrimentos en la dieta; el nivel y proporción de otros nutrientes en la dieta; el sexo, la edad, potencial genético y estado nutricional de los animales, y factores ambientales (FAO, 2005).

De acuerdo a estudios, se han realizado varios cálculos para estimar la cantidad de excreta (heces + orina + agua) que se producen en una explotación porcina; a continuación se enumeran algunos de ellos: Pérez Espejo (1992) menciona que por cada 70 kg de peso vivo en granja, se producen entre 4 y 5 kg de excreta, por su parte Gadd (1973) menciona que el promedio de producción de excretas en engorda, puede ser un décimo del peso vivo por día (sólido y líquido), lo que representa 1.36 kg de heces y 4.73 de orina por día en promedio desde el destete hasta el peso al sacrificio; Penz (2000) proporciona datos del volumen diario de excretas producidas por tipo de cerdo; Sweeten (1979) estima la cantidad anual producida por unidad cerda (lo que equivale a una hembra más los cerdos producidos por ella en un año), cantidad que representa 13 ton de excretas por año, con un contenido de 10% de materia seca.

Las excretas porcinas pueden ser tratadas como:

- i. **Residuo**, donde existe una gran variedad de métodos para su tratamiento cuya finalidad es eliminar los contaminantes presentes en la descarga por medio de procesos físicos,

químicos o biológicos o con una combinación de ellos, y obtener un efluente que pueda ser arrojado al ambiente sin causar daños (IMTA, 1997).

ii. **Insumo**, donde las excretas porcinas pueden ser fuente de nutrientes para:

- Alimentación animal (ensilado de cerdaza)
- Fertilización de terrenos de cultivo (Composta, vermicomposta)
- Producción de energía eléctrica o calorífica (Metano)

En la implementación de un sistema de manejo de residuales en una explotación porcina, no es conveniente utilizar una sola alternativa, sino más bien un conjunto de alternativas, tendientes a aprovechar al máximo los residuales generados en la explotación de acuerdo a las características específicas de cada explotación. Las opciones adoptadas por cada granja deberán ser las más apropiadas de acuerdo a su factibilidad técnica, económica y ambiental, así como a la disponibilidad de "AGUA" y prácticas particulares de limpieza, colección, tratamiento y uso que actualmente se estén llevando a cabo en las granjas (Salazar, 2008).

IV. Tecnologías Alternativas

En diversos gobiernos estatales y municipales donde existen actividades porcinas como Jalisco, Michoacán, Guanajuato y Nayarit en conjunto con los centros de investigación, las organizaciones de apoyo a la transferencia de tecnología y los propios productores han apoyado el desarrollo de diversas alternativas de manejo de residuos, mediante diversas tecnologías en las cuales de acuerdo a los estudios se han identificado beneficios no solo desde el punto de vista económico, sino también ambientales y de convivencia armónica entre productores y sus vecinos.

Para poder establecer un modelo para tratamiento de excretas, se recomienda dividirlo en "Tratamiento de excretas sólidas", y "Tratamiento de residuales líquidos".

i. Tratamiento de excretas sólidas:

COMPOSTEO
Concepto: "Proceso aeróbico de biotransformación en el que intervienen organismos y microorganismos descomponedores que empleando la energía del sol, transforman mezclas de estiércoles con materiales vegetales, en productos estabilizados, sanitizados con características agronómicas para ser utilizado en la elaboración de abonos orgánicos, mineral-orgánicos y correctores de suelos" (Carlos O Duque G, 2005).

Justificación	
Económica	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reutilización de subproductos que eran considerados de desecho ○ Asignación de valor agregado ○ Diversificación productiva ○ Diversificación de ingresos y ahorros ○ Propicia el autoempleo generando microempresas verdes cada vez más innovadoras y creativas ○ Se promueven nuevas ofertas tecnológicas y se incrementa el desarrollo de la investigación
Social	<ul style="list-style-type: none"> ○ Complementariedad del área agrícola con la actividad pecuaria ○ Convivencia armónica entre productores y sus vecinos ○ Participación y concienciación que genera en la sociedad ○ Facilita el acceso a estrategias de autosuficiencia alimentaria que reducen la pobreza y la desnutrición
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ○ Promueve los cultivos libres de químicos permitiendo la recuperación de los suelos, por el consumo de energía que representa y por las emisiones producidas. ○ Eliminación de problemas derivados de una mala gestión de la materia orgánica, mejora de suelos (indirectamente puede bajar el consumo de agua, fertilizantes minerales y pesticidas) y de la fijación de carbono ○ Reciclaje de materiales ○ Reduce la necesidad de suelo
Fuente: Carlos O Duque G, 2005; Salazar, 2008; Xelhuantzi Jaqueline, 2012.	

VERMICOMPOSTEO	
<p>Concepto: “Biotecnología, donde la lombriz de tierra funge como herramienta de trabajo para la transformación de desechos orgánicos en productos orgánicos útiles. Esta contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), al mismo tiempo tiene alto contenido de ácidos húmicos, y aumenta la capacidad de retención de humedad, lo que facilita la aireación, drenaje del suelo y los medios de crecimiento. La aplicación de productos derivados del proceso de lombricomposteo como el humus y el lixiviado, a los cultivos agrícolas garantiza la producción de alimentos orgánicos, lo cual minimizara la contaminación tanto de las cosechas como el suelo donde se cultiven, permitiendo mantener el equilibrio ecológico” (Xelhuantzi Jaqueline)</p>	
Justificación	
Económica	<ul style="list-style-type: none"> ○ Incremento de potencial productivo en áreas agrícolas ○ Venta de fertilizantes orgánicos ○ Asignación de valor agregado ○ Diversificación productiva, de ingresos y ahorros (recursos) ○ Propicia el autoempleo generando microempresas verdes cada vez más innovadoras y creativas ○ Se promueven nuevas ofertas tecnológicas y se incrementa el desarrollo de la investigación
Social	<ul style="list-style-type: none"> ○ Complementariedad del área agrícola ○ Las actuales tendencias orgánicas, ecológicas o de sustentabilidad orientan al consumo de biofertilizantes y productos orgánicos ○ Evita malos olores y proliferación de moscas
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mejoramiento de la fertilidad de suelos ○ Mitiga el daño ambiental por uso de productos químicos ○ Mejorar los suelos erosionados ○ Incremento de la conciencia ambiental
Fuente: Xelhuantzi Jaqueline, 2012; Salazar, 2008	

ENSILADO DE CERDAZA
<p>Concepto: “Estriba en realizar la preservación anaeróbica de excretas porcina, a través de su fermentación para la obtención de un ingrediente factible de utilizarse en la alimentación animal, rico en</p>

ácidos grasos volátiles” (Salazar, Gerardo, 2008)	
Justificación	
Económica	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reutilización de subproductos que eran considerados de desecho (valor extra) ○ Diversificación productiva, de ingresos y ahorros (recursos) ○ Apoya para hacer frente a los embates de diversas crisis y sequias severas (por déficit de forrajes para la alimentación del ganado que provocan un aumento considerable en sus precio) ○ Inversión mínima ○ Reducción de los costos de alimentación (integrando otras especies pecuarias) ○ Venta de dietas balanceadas con el producto final
Social	<ul style="list-style-type: none"> ○ Elimina olores ○ Fácil de desarrollar ○ Permite la convivencia armónica entre productores y sus vecinos
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reducción de la contaminación ambiental ○ Al reciclar el residual porcino (sólido ensilado) en la alimentación de rumiantes se disminuye importantemente la carga orgánica del residual al ser excretado por los rumiantes.
Fuente: Arndt et al., 1979; Smith, 1981; Salazar, 2008.	

i. Tratamiento de excretas líquidas:

BIODIGESTORES	
<p>Concepto: "Es un recinto cerrado donde se producen reacciones anaeróbicas (sin aire) en el que se degrada la materia orgánica disuelta en un medio acuoso, para dar como resultado metano y dióxido de carbono, trazas de hidrógeno y sulfídrico. Este proceso de biodigestión se da porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos en los excrementos que al actuar en el material orgánico produce una mezcla de gases (con alto contenido de metano) al cual se le llama biogás" (Ecured, 2010)</p>	
Justificación	
Económica	<ul style="list-style-type: none"> ○ Permite el aprovechamiento de los desperdicios para producir energía renovable y de bajo costo ○ Alternativa que genera biogás (calor o electricidad) para cubrir las necesidades de explotaciones pecuarias (en la finca o para vender a otras) ○ La utilización de biogás puede sustituir a la electricidad, al gas propano y al diesel como fuente energética en la producción de electricidad, calor o refrigeración. ○ Produce biofertilizante rico en nitrógeno, fósforo y potasio, capaz de competir con

	<p>los caros fertilizantes químicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Diversidad de usos (alumbrado, cocción de alimentos, producción de energía eléctrica, transporte de automotores y otros como combustible para hornos de aire forzado, calentadores y refrigeradores de adsorción) ○ Abastece cualquier artefacto que se tenga en la casa o en el campo, (cocina, horno, termo tanque, estufas, lámparas o cualquier otro que funcione con gas envasado o de red).
Social	<ul style="list-style-type: none"> ○ En el campo, se eliminan en un 80% los olores indeseables provenientes de las heces de animales, con el importante valor agregado de la drástica reducción de las enfermedades causadas por roedores e insectos. ○ Incrementa las condiciones de higiene ○ Evitan sanciones por no cumplimiento de las normas ○ Permite una convivencia armónica entre productores y sus vecinos ○ Incrementa la conciencia ambiental ○ Se está introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la problemática energética-ambiental
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ○ Es una energía renovable (biomasa) ○ Coadyuva a la reducción de gases que provocan el efecto invernadero ○ Ayuda a mitigar el cambio climático, al prevenir que el metano sea liberado en el aire ○ Reduce la contaminación del agua, al usar las materias primas que podrían terminar en ríos o lagos con Descarga "0" cero (Mitigación casi al 100%) ○ Reduce la contaminación de aguas subterráneas y superficiales ○ Tratamiento anaeróbico del agua residual (evita la contaminación de las napas de agua).
Fuente: Ecured, 2010; Salazar, 2008	
LAGUNAS DE OXIDACIÓN	
Concepto: "Son excavaciones de poca profundidad en el cual se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos que conviven en forma simbiótica y eliminan en forma natural patógenos relacionados con excrementos humanos, sólidos en suspensión y materia orgánica" (enziclean.com)	
Justificación	
Económica	<ul style="list-style-type: none"> ○ Representan un bajo costo para su construcción, instalación y mantenimiento ○ Es mucho más sencillo que los métodos convencionales ○ Entre las técnicas de bajo costo en el campo del tratamiento de aguas residuales,

	<p>los sistemas lagunares son los que han encontrado mayor aplicación</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Las lagunas de oxidación son también una tecnología efectiva y segura para el tratamiento y recirculación de agua si se mantienen y operan correctamente. ○ En el proceso de lagunaje se generan biomasas potencialmente valorizables una vez separada del efluente
Social	<ul style="list-style-type: none"> ○ Evita enfermedades tales como el cólera, el parasitismo, la hepatitis y otras enfermedades gastrointestinales ○ Incremento de la conciencia ambiental ○ Convivencia armónica entre productores y sus vecinos ○ Permite cumplir la Norma de Aguas Nacionales (vigente desde hace algunos años en México)
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ○ El consumo energético es nulo ○ Evita la pérdida de valiosos nutrientes del sistema y contaminación de los cuerpos de agua receptoras (e.g., ríos, lagunas, mantos freáticos) ○ Las lagunas de oxidación son especialmente eficaces en la eliminación de problemas y contaminantes tales como el nitrógeno, fósforo, hidrocarburos y metales. ○ La estabilización de la materia orgánica alcanzada es muy elevada ○ La eliminación de microorganismos patógenos es muy superior a otros métodos de tratamiento.
<p>Fuente: Elaboración propia con datos de (enziclean,2008)</p>	

CONCLUSIONES

La producción animal es una empresa de transformación que requiere de insumos (granos) para generar subproductos (excretas) y productos (carne), donde los subproductos se deben considerar como una fuente de ingresos (oportunidad) que antes eran considerados como desechos.

La porcicultura es una actividad donde se genera una gran cantidad de residuos a nivel global ya que los datos de población mundial de cerdos son un Indicador muy activo, donde aproximadamente nacen 250 cerdos por minuto (Gerardo Salazar, 2008).

Esta actividad en México enfrenta problemas tanto económicos como sociales que generan a su vez una problemática ambiental por la presencia de cerdos no confinados, provocando una fuerte concentración de la producción en regiones donde la agrupación de unidades pequeñas

es muy alta dando como resultado de esto, grandes cantidades de excretas que son producidas en áreas pequeñas de terreno, su distribución y descarga han acarreado problemas de contaminación ambiental que generan por una parte complicaciones de salud pública y dificultades legales de multas para los porcicultores.

En México se han apoyado a diversas tecnologías necesaria para evitar la excreción excesiva de contaminantes y por el contrario permitan ser una fuente de nutrientes para la alimentación animal (ensilado de cerdaza), la fertilización de terrenos de cultivo (Composta, vermicomposta) y la producción de energía eléctrica o calorífica (Metano).

Las principales características de un sistema adecuado de manejo de excretas son: permitir el aseo adecuado de la explotación, facilitar la remoción de excretas, consumir poco agua, utilizar poca mano de obra, conservar las propiedades nutritivas de las excretas, facilitar el almacenamiento de las excretas, suprimir la emisión de olores ofensivos al máximo, pagar su costo de operación e inversión, contribuir a la eliminación de patógenos (EDUCON, 1985).

Los beneficios esperados de estas tecnologías son: reducir la contaminación, reutilizar los subproductos que eran considerados de desecho, asignar un valor agregado a dichos subproductos, incrementar el potencial productivo en áreas agrícolas, diversificar la productividad (ingresos-ahorro), incrementar la conciencia ambiental y generar tecnologías sostenibles que pueden ser incubadoras de empresas locales para la región.

BIBLIOGRAFIA

Cortes G., 2011. Estudio del consumo de la carne de cerdo en la zona metropolitana del valle de México. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados, México.

El Colegio de Asesoría en la porcicultura (CAP). 2000, Crisis de la porcicultura en México.

Duque C., 2005. Aprovechamiento integral de residuos agroindustriales. FENAVI-FONAV, Colombia.

Elijah T. Iyagba. 2009. The study of cow dung as co-substrate with rice husk in biogas production, University of Port Harcourt, Nigeria.

FAO, 1994. Los residuos del ganado y el medio ambiente. Documento preparado para el taller internacional de residuos periurbanos del ganado en China. CCEICR, Beijing, 19-22 de Septiembre.

García R., 2006. La Lombriz de tierra como una biotecnología en agricultura, Universidad Autónoma Chapingo, México.

Gómez R. S., Espinosa G. J. A., González O. T. A., Salazar G. G., 2007. Alternativas para el reciclaje de excretas animales. Producción de humus de lombriz. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP- SAGARPA. Publicación Técnica No 4. Ajuchitlán Colón, Qro.

Iñiguez C., 1990. Estudio de factibilidad para el reciclaje de excretas porcinas en la alimentación animal. Memorias 1er Simposium Internacional sobre Manejo de Residuos Orgánicos. Guadalajara, Jalisco. México.

Mandujano M., 1981, p.12. Biogás: Energía y fertilizantes a partir de desechos orgánicos: Manual para el promotor de la tecnología. Organización Latinoamericana de Energía. Cuernavaca, Morelos, México.

Norma 001-ECOL-1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. SEMARNAT. México.

Pérez R., 2000. Porcicultura y contaminación de aguas en la Piedad Michoacán México. Instituto de Investigaciones Económicas UNAM

Pérez R., 2001. Costo Ambiental en las granjas porcinas de la Piedad Michoacán México. Instituto de Investigaciones Económicas UNAM.

Romero R., 1999. Tratamientos de aguas residuales por lagunas de estabilización. Editorial Alfaomega, México.

Sagarneaga M., 1999. Granjas porcinas representativas en México panorama económico 1999-2004, Agricultural & Food Police Center, Department of Agricultural Economics, Texas A&M University. USA.

Salazar G., 1999. Uso y manejo de excretas de cerdos en la alimentación animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias. Folleto Técnico No.1.

Salazar G., 1997. "Manejo de excretas". Publicado como capítulo de libro dentro de la serie textos universitarios (Manual para el manejo de granjas porcinas, vol. 1.) Centro universitario de los altos, Universidad de Guadalajara. Sancionado por el consejo editorial del mismo Centro. Tepatitlán, Jalisco, México.

Salazar G., 2001. Compendio de tecnologías para el manejo y utilización de las excretas de granjas porcícolas. Capítulo 7. Tecnologías disponibles para reducir el potencial contaminante de las excretas de granjas porcícolas. Integración por Zonas de la Ganadería y de la Agricultura

Especializadas (AWI)-Opciones para el Manejo de Efluentes de Granjas Porcícolas de la Zona Centro de México. INIFAP-UNAM-Swiss College of Agriculture-FAO.

Zavala M., 2010. Análisis de la viabilidad económica de unidades representativas de producción porcina en los Estados de Jalisco, Sonora y Guanajuato durante el periodo 2009-2018. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo. México.